

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-257303

(43)Date of publication of application : 15.11.1991

(51)Int.Cl.

G01B 11/00

H01L 21/027

(21)Application number : 02-058567

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 08.03.1990

(72)Inventor : TONAI KEIICHIRO

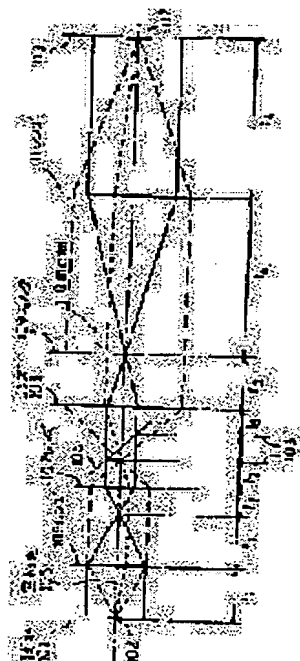
(54) MEASURING METHOD OF SUPERPOSING ACCURACY

(57)Abstract:

PURPOSE: To measure the superposing accuracy by forming diffraction gratings on an upper and a lower films and forming an image by the passing diffraction light of a specific degree.

CONSTITUTION: A diffraction grating 102 is formed on the surface of a sample 101. A monochromic parallel light 103 as an illuminating light is introduced by a beam splitter 104 into an optical system and applied to the surface of the sample 101 from a vertical direction. As a result, a diffraction light of zero degree, a diffraction light of a first degree 105 and a diffraction light of a higher degree are reflected.

These reflecting light pass through lenses 106, 107, 108, with forming a diffraction image on the focal plane of the lens 108. A filter 109 is put on the focal plane of the lens 108 and an aperture 110 is adjusted to the position where the diffraction light 105 passes. Accordingly, all the lights except the diffraction light 105 of the first degree are shut off. An image of the diffraction light 105 is formed on the focal plane by a lens 111 and a diffraction image 112 is detected. If the diffraction gratings are formed respectively on an upper and a lower films as patterns to be measured in a manner that the central gratings are aligned on the same line, the relative position of the upper and lower films can be detected from the diffraction image.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-257303

⑬ Int. Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)11月15日

G 01 B 11/00
H 01 L 21/027

G 7625-2F

2104-5F H 01 L 21/30 3 0 1 V

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 重ね合せ精度測定方法

⑯ 特 願 平2-58567

⑰ 出 願 平2(1990)3月8日

⑱ 発 明 者 東 内 圭 一 郎 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
 ⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号
 ⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

重ね合せ精度測定方法

2. 特許請求の範囲

1. 半導体装置の上層膜と下層膜の重ね合せ精度を上層膜・下層膜に形成した回折格子を利用して測定する方法であって、

上層膜および下層膜のそれぞれの回折格子の中心格子が同一線上に並ぶように配設した回折格子を単色光で照明し、レンズにより焦点面上に回折像を形成し、そのうちの特定波長の回折光のみを透過させ、前記透過回折光を結像して、回折像から上層膜・下層膜の相対位置を求めることを特徴とする重ね合せ精度測定方法。

2. 前記第1項において、下層膜と上層膜に形成した回折格子として格子間隔の異なるものを使用し、特定波長の回折光のみ透過させるフィルタの開口位置を、回折格子に合わせて変えることを特徴とする請求項1記載の重ね合せ精度測定方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体装置の製造技術に係り、特に多層配線リソグラフィ技術において、半導体装置の下層膜と上層膜とのパターンの一致の程度を知るために、重ね合せ精度を測定する方法に関する。

(従来の技術)

従来、この種の重ね合せ精度測定方法は、まず半導体装置の下層膜および上層膜に形成された被測定パターンを照明し、反射光を明視野または暗視野でカメラ等により画像情報として取り込み、画像情報の明暗により各パターンのエッジ位置を決定する。下層および上層のパターンの各エッジ位置から上層パターンおよび下層パターンの相対位置を求め、重ね合せ精度を測定していた。

(発明が解決しようとする課題)

上述した従来の測定方法では、明視野では対物レンズの開口角で決まる反射角度範囲の光を検出し、暗視野ではカメラの取付角度等で決まる反射

特開平 3-257303(2)

角度の光を検知しているため、測定パターンの形状の影響を受けやすい欠点があった。

特に、明視野では、下層パターンは、通常、上層パターンを形成するための膜で被覆されているので、この上層膜表面からの反射光が強い場合、下層パターンのエッジ部の光の散乱による反射光強度が低下する。一方暗視野ではエッジの散乱光を検出しているが、エッジ部での光の散乱は、製造プロセスの影響により個々に大きく異なるエッジ形状に強く依存するので、測定感度が不安定となり、測定不能となる場合も生ずる。

本発明の目的は、上記の欠点を除去した新規な重ね合せ精度測定方法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の測定方法は、半導体装置の上層膜と下層膜の重ね合せ精度を上層膜・下層膜に形成した回折格子を利用して測定する方法であって、上層膜および下層膜のそれぞれの回折格子の中心格子が同一線上に並ぶように配設した回折格子を単色光で照明し、レンズにより焦点面上に回折像を形

成し、そのうちの特定次数の回折光のみを透過させ、前記透過回折光を結像して、回折像から上層膜・下層膜の相対位置を求めるものである。また、上層膜・下層膜の回折格子を同一でなく、格子間隔の異なるものを使用し、特定次数の回折光のみを透過させるフィルタの開口位置を、回折格子に合わせて変えるようにして測定するようにもできる。

〔作用〕

本発明は、被測定パターンとして、回折格子を上層膜・下層膜に形成する。しかし直接に形状画像を検知するものでなく、回折格子像のうち、特定次数の回折像を透過させ、その光軸に対する位置を検知する。

また下層膜・上層膜の回折格子は、中心格子の位置が両者が同一線上に配置してあるものであれば、異なる特性の回折格子を用いることができる。この場合回折光の結像面における位置を、両者が全く影響をうけないように分離して測定されるので、相互の影響を除外できる。

〔実施例〕

3

以下、図面を参照して、本発明の一実施例につき説明する。第1図は実施例の光路図である。試料101の表面に回折格子102が形成されている。単色平行光103を照明光として、ビームスプリッタ104により光学系内に導入し、試料101の表面を垂直な方向から照明する。回折格子102に照明光が照射されると0次と1次回折光105と、高次の回折光が反射される。これらの反射光は、レンズ106と、レンズ107と、レンズ108を通り、レンズ108の焦点面上に回折像をつくる。この焦点面にフィルタ109をおき、その開口部110を1次回折光105が通る位置に合わせる。こうして、1次回折光105以外は全て遮光し、1次回折光105をレンズ111により焦点面（検出面113）上に結像して得た像112を検知器（図示していない）により検知する。

第2図は、本実施例の重ね合せ測定のために半導体装置のウェーハ面上に設ける回折格子の例であり、(a)は上層膜の回折格子、(b)は下層膜で、ア

5

—14—

4

方向に中心格子のセンタ位置を一致させて並列させる。この図では、図示のように重ね合せ誤差により、位置ずれ量 Δx_1 、 Δx_2 が発生した場合を示している。また上層膜と下層膜とは、回折格子を異ならしめている。それぞれ格子間隔 $2d_1$ 、 $2d_2$ の格子201、202が N_1 個、 N_2 個、 x 方向に間隔 d_1 、 d_2 で L_1 、 L_2 の幅まで配列している。ここでは $N_1=1$ 、 $N_2=5$ としている。例の回折格子を、第1図の光学系で測定する場合、照明光の波長を λ として、レンズ106、レンズ107、レンズ108、レンズ111の各焦点距離を f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 とすると、回折格子が光軸に十分近ければフ라운ホーファ回折となり、フィルタ109面での回折像は光軸からの間隔

$$d_1' = (f_1 \cdot f_3 / f_4) \lambda / d_1 \quad (1)$$

d_1' の点で極大値をとり、また、この極大値と隣接する極小点との間隔 d_1'' は

$$d_1'' = (f_1 \cdot f_3 / f_4) \lambda / N_1 \cdot d_1 \quad (2)$$

となる。

照明光として波長 $\lambda = 533 \text{ nm}$ のHe-Ne

6

特開平 3-257303(3)

レーザーを使用し、 $f_1, f_2/f_1 = 50\text{ mm}$ 、 $d_1 = 3.3\text{ mm}$ とすれば1次回折光の位置 d_1' は $d_1' = 6.33\text{ mm}$ となる。また、この例では格子数 $N_1 = 5$ としているので、1次回折光と隣接する極小点との距離 d_1' は 1.27 mm である。これよりフィルタ109の開口部110を、光軸から 6.33 mm の位置に開口幅 1.27 mm 以上とすれば、1次回折光を会て過すことができる。

この1次回折光をレンズ111により結像すると、結像面113内での光強度は第4図のように、光学系の最終倍率を $M = f_1/f_2$ として

$$d_1' = (M/2) d_1$$

の間隔で極大値をとる。また、これらの光強度の極大点の結像面 113 内での x 方向の位相 Δ は、回折格子の位置が第 1 図に示すように x 方向に Δ だけずれたときには、

$$\Delta a_1' = M \Delta a_1$$

だけ拡大してあげる。この像を検知器で検出する。
上図は上層膜の面格子についてであるが、第

2 階向の下層膜の四折格子も同様にして検出である。ただしこの四折格子は異なる格子間隔 d_2 を有し、他の四折格子に対して中央格子の位置を設計上同一線上になるように配置して γ 方向に平行にずらしている。フィルタ 109 としては、下層膜の 1 次四折光の位置に開口部を設ける。これにより、結像面 113 内で各四折格子の像の各位相 $\Delta \phi_1, \dots, \Delta \phi_4$ を測定し位相差 $\Delta \phi_1 - \Delta \phi_2, \dots$ を求めることで位相差を精度 $\Delta \phi_1 - \Delta \phi_2$ が求まる。感度を 500 倍、検知器の分解能が 5 nm とすると、試料面上で 0.91 μ m の分解能で位相差精度が測定できる。

次に第3図により、本発明の実施例に用いるフィルタの説明を行なう。フィルタ100面での回折数は、前述の10式、10式で表されるので、開口部をそれに合せて設ける。第3図の上部に下層膜回折格子の下部に上層膜回折格子のフィルタがそれぞれ示されている。下層膜用x軸スリット301と、y軸スリット302が置かれた部分のみ開口部303となるようにする。x軸スリット3

01は、 γ 軸方向にスライドすることで、 x 軸の開口位置を調整でき、また上層膜用 x 軸スリット304は、 γ 軸スリット302を重ねれば、上層膜用の開口部をつくることができる。このようなフィルタを用いれば、異なる格子間隔のものも測定できる。また下層膜用 x 軸スリット301で下層の回折格子のみを測定し、 x 軸スリットをスライドして上層膜用 x 軸スリット304で上層の回折格子のみを測定すれば、結像面で、上層膜と、下層膜の回折格子の像が干渉することがなく、回折格子の配置の制約が少なくなる利点がある。第2図(a)と(b)の回折格子の中心格子の位置を同一線上に並べて、さらに(a)、(b)を γ 方向にずらさず平行に並べて配置するときには、格子の方向と測定方向との直交度のずれによる重合わせ精度測定誤差を排除できる。

【発明の効果】

以上、説明したように本発明は、被測定パターンに回折格子を用いて、これによる回折光を検知することにより、パターンエッジ形状等の不安定

な影響が少なく、回折精子回屈寸法により決定する指向性の高い安定した回折光を測定でき、安定した測定結果が得られる効果がある。また、フィルタを用いて、測定方向の回折光のみが検知されるようにすることにより、他方向の光による影響がなく、回折精子と、それ以外の部分との S/N 比が向上し、測定の信頼性が向上する効果がある。

また、フィルタの開口位置を上層膜間折格子と、下層膜間格子に対し、それぞれの回折光の位置に別々に合せて決定することにより、下層膜および上層膜の間折格子の配置に対する制約を少なくすることが出来る。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例につき、光経路を示す図、第2図は、重ね合せ精度測定用回折格子の1例の平面図、第3図は実施例のフィルタの平面図、第4図は結像の光強度分布を示す平面図である。

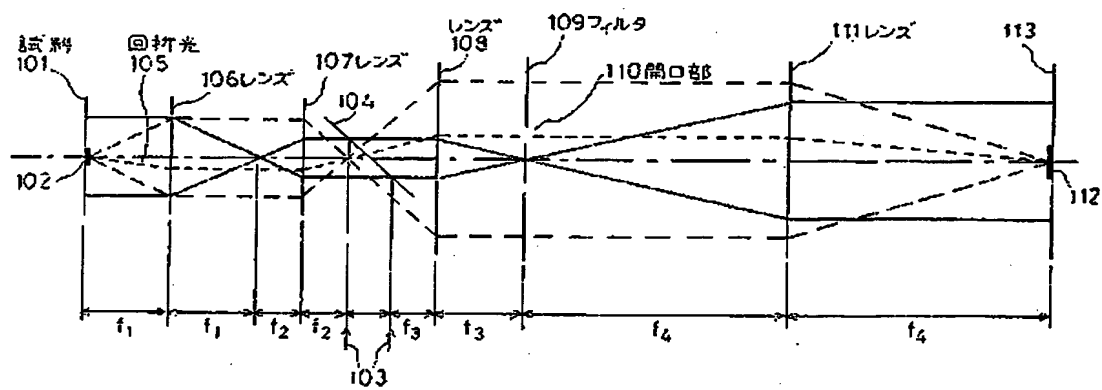
101…塗料、 102…四折格子、
103…照明光、 104…ヒームスプリック、
105…1次回折光、

特開平 3-257303(4)

106, 107, 108, 111...レンズ、
 109...フィルタ、 110...開口部、
 112...回折像、 113...結像面、
 201...上層膜回折格子、
 202...下層膜回折格子、
 301...下層膜用X軸スリット、
 302...Y軸スリット、 303...開口部、
 304...上層膜用X軸スリット。

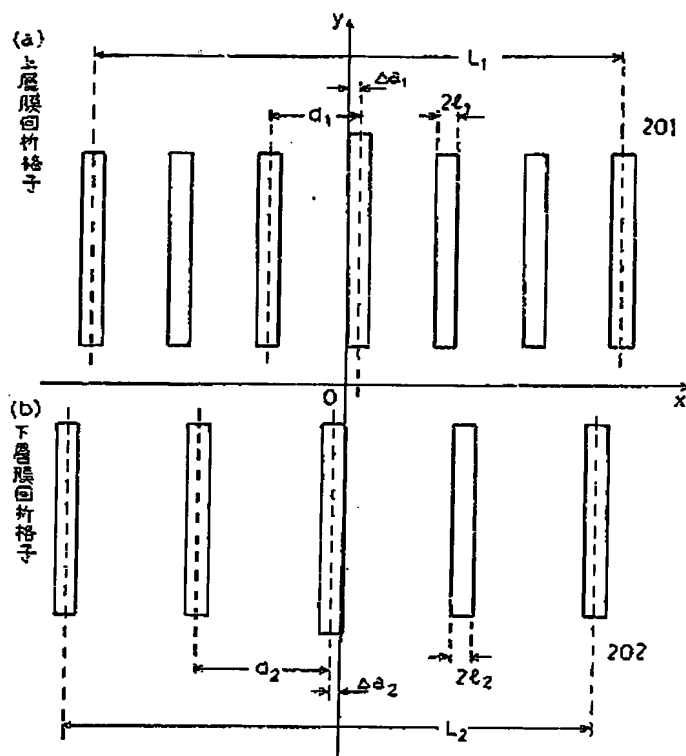
特許出願人 日本電気株式会社
 代理人 弁理士 内原 晋

第 1 図

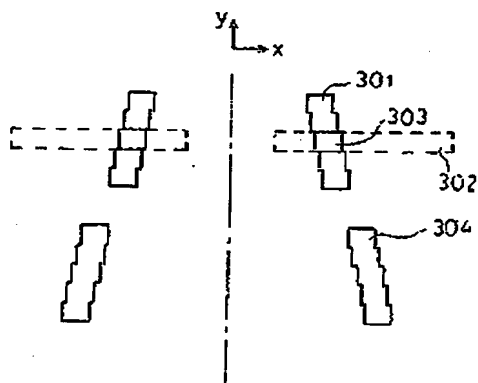


特開平 3-257303(5)

第 2 図



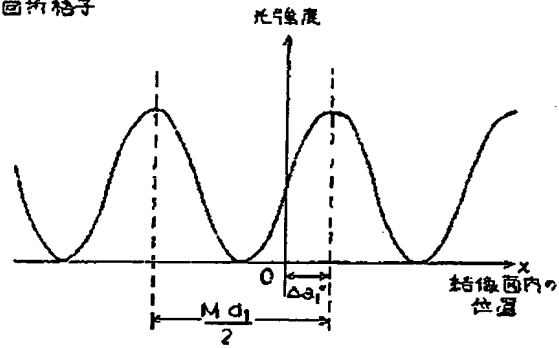
第 3 図



特開平 3-257303(6)

第 4 図

(a) 上層膜の反射率



(b) 下層膜の反射率

